UDC



中华人民共和国国家标准

P

GB/T 50085－2007

喷 灌 工 程 技 术 规 范

Technical code for sprinkler engineering

2007－04－06 发布　　2007－10－01 实施

中 华 人 民 共 和 国 建 设 部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
联合发布

中华人民共和国国家标准

喷 灌 工 程 技 术 规 范

Technical code for sprinkler engineering

GB/T 50085-2007

主编部门：中华人民共和国水利部
批准部门：中华人民共和国建设部
施行日期：2007年10月1日

中国计划出版社

2007 北 京

中华人民共和国建设部公告

第624号

建设部关于发布国家标准
《喷灌工程技术规范》的公告

现批准《喷灌工程技术规范》为国家标准，编号为GB/T 50085—2007，自2007年10月1日起实施。原《喷灌工程技术规范》GBJ 85—85同时废止。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部

二〇〇七年四月六日

前　言

本规范是根据建设部建标〔1998〕94 号文《关于印发“一九九八年工程建设国家标准制定、修订计划(第一批)”的通知》的要求，由北京工业大学继续教育学院、中国水利水电科学研究院会同有关单位，对原国家标准《喷灌工程技术规范》GBJ 85—85(以下简称原规范)进行全面修订的基础上编制完成的。修订过程中总结了 20 年来喷灌工程设计与施工经验，特别是“九五”、“十五”全国开展建设 300 个节水增产重点县和 500 个节水示范项目的经验，同时广泛征求了全国有关设计、科研、生产厂家、管理等部门及专家和技术人员的意见，最后经有关部门共同审查定稿。

本规范共分 11 章，主要内容有：总则、术语和符号、喷灌工程总体设计、喷灌技术参数、管道水力计算、设备选择、工程设施、工程施工、设备安装、管道水压试验、工程验收等。本次修订的主要技术内容有：

1. 在总则中增加了对承担喷灌工程设计与施工安装单位的资质要求和喷灌工程采用材料设备的质量要求，以及主要引用标准等内容。

2. 增加了术语一章，将原规范附录中 17 个名词解释充实、完善为 22 条术语并入本章。

3. 在喷灌工程总体设计一章中，增加了系统选型一节，强调了根据多种因素因地制宜选型的主要原则，并规定了各类系统的适用条件。

4. 在喷灌技术参数一章中，对原规范规定的 10 个参数进行了充实，并划分为基本参数、质量控制参数、设计参数和工作参数四节；对喷灌工程灌溉设计保证率、设计日灌水时间等进行了完善，

并增加了一天工作位置数、同时工作喷头数等参数。

5. 在管道水力计算一章中，补充了水锤压力验算的部分内容。

6. 考虑设备选择和工程设施的各自特点，将原规范第五章设备选择与工程设施分解为设备选择、工程设施两章，并按系统组成进行编写，对内容进行了较多的补充、完善。

7. 在设备安装一章中，将原规范中金属管道安装、塑料管道安装、水泥制品管道安装合并为管道安装，并增加了喷灌机的安装规定。

8. 在管道水压试验一章中，对不同材质管道耐水压试验的试验压力作了规定，并对渗水量试验要求进行了充实、完善。

本规范由建设部负责管理，水利部负责日常管理，中国水利水电科学研究院负责具体内容解释。本规范在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，注意积累资料，随时将意见和建议反馈给中国水利水电科学研究院（地址：北京市海淀区车公庄西路20号，邮编：100044），以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人：

主编单位：北京工业大学继续教育学院（原华北水利水电学院北京研究生部）
中国水利水电科学研究院

参编单位：水利部农村水利司
中国灌溉排水发展中心
中国农业科学院农田灌溉研究所
中国农业机械化科学研究院
扬州大学
武汉大学
河北工程大学
江苏大学

主要起草人：窦以松　龚时宏　金兆森　王晓玲　黄修桥
兰才有　吴涤非　任晓力　罗金耀　史　群
张玉欣　李远华　潘中永

目　　次

1 总　　则

1.0.1 为统一喷灌工程设计和施工要求，提高工程建设质量，吸收喷灌科学技术发展的成果和经验，促进节水灌溉事业健康发展，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建和改建的农业、林业、牧业及园林绿地等喷灌工程的设计、施工、安装及验收。

1.0.3 喷灌工程建设应认真执行国家的技术经济政策，因地制宜，充分利用原有水利设施，节省能源，开展综合利用，做到切合实际、技术先进、经济合理和安全可靠。

1.0.4 从事喷灌工程设计的设计单位应具有相应的工程设计资质。承担工程的施工、安装单位应具有相应的工程施工、安装资质。

1.0.5 喷灌工程应选用经过法定检测机构检测或认定合格的材料及设备。

1.0.6 喷灌工程的设计、施工、安装及验收，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 喷灌 sprinkler irrigation

喷洒灌溉的简称。是利用专门设备将有压水流送到灌溉地段，通过喷头以均匀喷洒方式进行灌溉的方法。

2.1.2 喷灌系统 sprinkler irrigation system

自水源取水并加压后输送、分配到田间实行喷洒灌溉的系统。

2.1.3 机压喷灌系统 mechanical pressure sprinkler irrigation system

由动力机和水泵提供工作压力的喷灌系统。

2.1.4 自压喷灌系统 gravity sprinkler irrigation system

利用自然水头获得工作压力的喷灌系统。

2.1.5 固定管道式喷灌系统 sprinkler system with permanent pipe

全部管道都固定不动的喷灌系统。

2.1.6 半固定管道式喷灌系统 sprinkler system with semi-permanent pipe

动力机、水泵和干管固定不动而支管、喷头可移动的喷灌系统。

2.1.7 移动管道式喷灌系统 sprinkler system with traveling pipe

全部管道可移动进行轮灌的喷灌系统。

2.1.8 机组式喷灌系统 unit sprinkler system

以喷灌机组为主体的喷灌系统。

2.1.9 定喷 sprinkler fixed in place during watering

喷水时喷头位置不移动的喷灌形式。

2.1.10 行喷 traveling sprinkler irrigation

喷头边移动边喷洒的喷灌形式。

2.1.11 喷灌均匀度 uniformity of water distribution

喷灌面积上喷洒水量分布的均匀程度。

2.1.12 喷灌强度 sprinkler water application rate

单位时间内喷洒在地面上的水深。

2.1.13 雾化程度 degree of mist

以喷头工作压力与喷嘴直径的比值表示的喷射水流的碎裂程度。

2.1.14 喷洒水利用系数 water efficiency of sprinkler

喷洒范围内地面和作物的受水量与喷头出水量的比值。

2.1.15 喷头工作压力 sprinkler operating pressure

喷头工作时，在距其进口下方200mm处的实测压力值。

2.1.16 喷头流量 sprinkler flow rate

单位时间内喷头喷出的水量。

2.1.17 喷点 sprinkler site

喷头的工作位置。

2.1.18 喷头射程 sprinkler pattern radius

喷头正常工作时，喷洒有效湿润范围的半径。

2.1.19 喷洒方式 spray pattern

喷头工作时所采用的全圆、扇形或带状等方式。

2.1.20 干管 main pipe

支管以上各级管道(分干管、干管、主干管)的统称。

2.1.21 支管 lateral pipe

喷灌系统末级并能连接喷洒装置的管道。

2.1.22 竖管 riser pipe

连接支管与喷头，并将喷头安置在适当高度的竖直短管。

2.2 主要符号

m——设计灌水定额

T——设计灌水周期

γ——土壤容重

h——计划湿润层深度

β_1——适宜土壤含水量上限(体积百分比)

β_2——适宜土壤含水量下限(体积百分比)

β'_1——适宜土壤含水量上限(重量百分比)

β'_2——适宜土壤含水量下限(重量百分比)

t——一个工作位置的灌水时间

a——喷头布置间距

b——支管布置间距

q_p——喷头设计流量

n_d——一天工作位置数

t_d——设计日灌水时间

C_u——喷灌均匀系数

h_p——喷头工作压力水头

R——喷头射程

Q——喷灌系统设计流量

N_p——灌区喷头总数

n_p——同时工作喷头数

η_G——管道系统水利用系数

η_p——田间喷洒水利用系数

H——喷灌系统设计水头

h_f——管道沿程水头损失

h'_{fz}——多喷头(孔)支管沿程水头损失

F——多口系数

N——喷头或孔口数

X——多孔支管首孔位置系数

T_s——关阀历时

a_w——水锤波传播速度

K——水的体积弹性模数

E——管材的弹性模量

D——管径

e——管壁厚度

3 喷灌工程总体设计

3.1 一般规定

3.1.1 喷灌工程的总体设计应符合当地水资源开发利用规划及农业、林业、牧业、园林绿地规划的要求，并与工程设施、道路、林带、供电等系统建设和土地开发整理复垦规划、农业结构调整规划相结合。

3.1.2 喷灌工程的总体设计应根据地形、土壤、气象、水文与水文地质、灌溉对象以及社会经济条件，通过技术经济分析及环境评价确定。

3.1.3 发展喷灌工程应优先考虑经济作物、园林绿地及蔬菜、果树、花卉等高附加值的作物，灌溉水源缺乏的地区、高扬程提水灌区、受土壤或地形限制难以实施地面灌溉的地区和有自压喷灌条件的地区，集中连片作物种植区及技术水平较高的地区。

3.1.4 喷灌工程宜采取连片开发、整体设计和分期实施的方式，形成具有适度规模的喷灌系统。

3.2 水源分析计算

3.2.1 喷灌工程总体设计必须对水源水量进行分析计算，应兼顾环境用水确定设计年供水量。对于由已建成的水利工程供水的喷灌系统，供水流量应根据工程原设计和运用情况确定；对于新建水源工程，供水流量应根据水源类型和勘测资料计算确定。

3.2.2 当水源为河川径流时，应通过频率计算推求符合设计频率的年径流量及其年内分配、灌水临界期日平均流量。资料较少或无实测资料时，可采用相关分析法插补延长或利用参证站资料推求径流资料。

3.2.3 当水源为地面径流时，可按地区性水文手册或图集，结合调查资料，确定设计频率的年径流量。

3.2.4 当水源为地下水时，水源水量应根据已有水文地质资料，分析本区域地下水源开采条件，并通过对邻近机井出水情况的调查确定。对于无水文地质资料的地区，应打勘探井并经抽水试验确定水源水量。

3.2.5 当水源的天然来水过程不能满足喷灌用水量要求时，应建蓄水工程。

3.2.6 喷灌水质应符合现行国家标准《农田灌溉水质标准》GB 5084 的规定。

3.3 系统选型

3.3.1 喷灌工程应根据因地制宜的原则，综合考虑以下因素选择系统类型：

1 水源类型及位置。

2 地形地貌，地块形状、土壤质地。

3 降水量，灌溉期间风速、风向。

4 灌溉对象。

5 社会经济条件、生产管理体制、劳动力状况及使用管理者素质。

6 动力条件。

3.3.2 符合下列条件的系统宜选用固定管道式：

1 地形起伏较大。

2 灌水频繁。

3 劳动力缺乏。

4 灌溉对象为经济作物及园林、果树、花卉和绿地。

3.3.3 符合下列条件的系统宜选用半固定管道式或移动管道式：

1 地面较为平坦。

2 灌溉对象为大田粮食作物。

3 气候严寒、冻土层较深。

3.3.4 符合下列条件的系统宜选用大中型机组式：

1 土地开阔连片、田间障碍物少。

2 使用管理者技术水平较高。

3 灌溉对象为大田作物、牧草等。

4 集约化经营程度相对较高。

3.3.5 符合下列条件的系统宜选用轻小型机组式：

1 丘陵地区零星、分散耕地。

2 水源较为分散、无电源或供电保证程度较低。

4 喷灌技术参数

4.1 基本参数

4.1.1 以地下水为水源的喷灌工程其灌溉设计保证率不应低于90%，其他情况下喷灌工程灌溉设计保证率不应低于85%。

4.1.2 作物蒸发蒸腾量 ET 应依据当地喷灌条件下的灌溉试验资料确定；缺少资料地区可参考条件相近地区试验资料确定，或根据气象资料分析计算确定。分析计算作物蒸发蒸腾量时，参考作物蒸发蒸腾量应按彭曼-蒙蒂斯(Penman-Monteith)公式计算，作物系数应采用喷灌条件下的试验值。

4.1.3 喷灌的灌溉水利用系数可按下式确定。

$$\eta=\eta_G \cdot \eta_p \tag{4.1.3}$$

式中 η ——灌溉水利用系数；

η_G——管道系统水利用系数，可在0.95～0.98之间选取；

η_p——田间喷洒水利用系数，根据气候条件可在下列范围内选取：

风速低于3.4m/s，η_p=0.8～0.9；

风速为3.4～5.4m/s，η_p=0.7～0.8。

注：湿润地区取大值，干旱地区取小值。

4.1.4 设计风速应采用设计年灌溉季节作物月平均蒸发蒸腾量峰值所在月份的多年平均风速值。设计风向取上述月份的主风向；当不存在主风向时，应按风向多变设计。

4.2 质量控制参数

4.2.1 定喷式喷灌系统的设计喷灌强度不得大于土壤的允许喷灌强度，不同类别土壤的允许喷灌强度可按表4.2.1-1确定。当

地面坡度大于5%时，允许喷灌强度应按表4.2.1-2进行折减。行喷式喷灌系统的设计喷灌强度可略大于土壤的允许喷灌强度。

表4.2.1-1 各类土壤的允许喷灌强度(mm/h)

土壤类别	允许喷灌强度
砂土	20
砂壤土	15
壤土	12
壤黏土	10
黏土	8

注：有良好覆盖时，表中数值可提高20%。

表4.2.1-2 坡地允许喷灌强度降低值(%)

地面坡度(%)	允许喷灌强度降低值
5～8	20
9～12	40
13～20	60
>20	75

4.2.2 定喷式喷灌系统喷灌均匀系数不应低于0.75，行喷式喷灌系统不应低于0.85。喷灌均匀系数在有实测数据时应按下式计算：

$$C_u=1-\frac{\Delta h}{h} \tag{4.2.2}$$

式中 C_u——喷灌均匀系数；

h——喷洒水深的平均值(mm)；

Δh——喷洒水深的平均离差(mm)。

4.2.3 喷灌均匀系数在设计中可通过控制以下因素实现：

1 喷头的组合间距。

2 喷头的喷洒水量分布。

3 喷头工作压力。

4.2.4 喷头的组合间距可按表4.2.4确定。

表 4.2.4 喷头组合间距

设计风速(m/s)	组合间距	
	垂直风向	平行风向
0.3～1.6	(1.1～1)R	1.3R
1.6～3.4	(1～0.8)R	(1.3～1.1)R
3.4～5.4	(0.8～0.6)R	(1.1～1)R

注:1 R 为喷头射程;

2 在每一档风速中可按内插法取值;

3 在风向多变采用等间距组合时,应选用垂直风向栏的数值。

4.2.5 喷灌系统中喷头的工作压力应符合下列要求:

1 设计喷头工作压力均应在该喷头所规定的压力范围内。

2 任何喷头的实际工作压力不得低于设计喷头工作压力的90%。

3 同一条支管上任意两个喷头之间的工作压力差应在设计喷头工作压力的20%以内。

4.2.6 喷灌系统中压力变化较大时,应划分压力区域,并分区进行设计。

4.2.7 喷灌的雾化指标可按下式计算,并应符合表 4.2.7 的规定。

$$W_h = h_p / d \tag{4.2.7}$$

式中 W_h——喷灌的雾化指标;

h_p——喷头工作压力水头(m);

d——喷头主喷嘴直径(m)。

表 4.2.7 不同作物的适宜雾化指标

作物种类	h_p/d
蔬菜及花卉	4000～5000
粮食作物、经济作物及果树	3000～4000
饲草料作物、草坪	2000～3000

4.3 设计参数

4.3.1 设计灌溉定额应依据设计代表年的灌溉试验资料确定，或按水量平衡原理确定。

灌溉定额应按下式计算：

$$M=\sum_{i=1}^{n} m_i \tag{4.3.1}$$

式中 M——作物全生育期内的灌溉定额(mm)；

m_i——第 i 次灌水定额(mm)；

n——全生育期灌水次数。

4.3.2 最大灌水定额宜按下式确定：

$$m_s=0.1h(\beta_1-\beta_2) \tag{4.3.2-1}$$

$$m_s=0.1\gamma h(\beta'_1-\beta'_2) \tag{4.3.2-2}$$

式中 m_s——最大灌水定额(mm)；

h——计划湿润层深度(cm)；

β_1——适宜土壤含水量上限(体积百分比)；

β_2——适宜土壤含水量下限(体积百分比)；

γ——土壤容重(g/cm^3)；

β'_1——适宜土壤含水量上限(重量百分比)；

β'_2——适宜土壤含水量下限(重量百分比)。

4.3.3 设计灌水定额应根据作物的实际需水要求和试验资料按下式选择：

$$m\leqslant m_s \tag{4.3.3}$$

式中 m——设计灌水定额(mm)。

4.3.4 灌水周期和灌水次数应根据当地试验资料确定。缺少试验资料时灌水次数可根据设计代表年按水量平衡原理拟定的灌溉制度确定；灌水周期可按下式计算：

$$T=m/ET_d \tag{4.3.4}$$

式中 T——设计灌水周期，计算值取整(d)；

ET_d——作物日蒸发蒸腾量，取设计代表年灌水高峰期平均值(mm/d)；

m——设计灌水定额(mm)。

4.4 工 作 参 数

4.4.1 设计日灌水时间宜按表4.4.1取值：

表 4.4.1 设计日灌水时间(h)

喷灌系统类型	固定管道式			半固定管道式	移动管道式	定喷机组式	行喷机组式
	农作物	园林	运动场				
设计日灌水时间	12～20	6～12	1～4	12～18	12～16	12～18	14～21

4.4.2 一个工作位置的灌水时间应按下式计算：

$$t=\frac{mab}{1000q_p\eta_p} \tag{4.4.2}$$

式中 t——一个工作位置的灌水时间(h)；

m——设计灌水定额(mm)；

a——喷头布置间距(m)；

b——支管布置间距(m)；

q_p——喷头设计流量(m^3/h)。

4.4.3 一天工作位置数应按下式计算：

$$n_d=\frac{t_d}{t} \tag{4.4.3}$$

式中 n_d——一天工作位置数；

t_d——设计日灌水时间(h)。

4.4.4 同时工作喷头数应按下式计算：

$$n_p=\frac{N_p}{n_d T} \tag{4.4.4}$$

式中 n_p——同时工作喷头数；

N_p——灌区喷头总数。

5 管道水力计算

5.1 设计流量和设计水头

5.1.1 喷灌系统设计流量应按下式计算：

$$Q=\sum_{i=1}^{n_p} q_p/\eta_G \qquad (5.1.1)$$

式中 Q——喷灌系统设计流量(m^3/h)；

q_p——设计工作压力下的喷头流量(m^3/h)；

n_p——同时工作的喷头数目；

η_G——管道系统水利用系数，取 0.95～0.98。

5.1.2 喷灌系统的设计水头应按下式计算：

$$H=Z_d-Z_s+h_s+h_p+\sum h_f+\sum h_j \qquad (5.1.2)$$

式中 H——喷灌系统设计水头(m)；

Z_d——典型喷点的地面高程(m)；

Z_s——水源水面高程(m)；

h_s——典型喷点的竖管高度(m)；

h_p——典型喷点喷头的工作压力水头(m)；

$\sum h_f$——由水泵进水管至典型喷点喷头进口处之间管道的沿程水头损失(m)；

$\sum h_j$——由水泵进水管到典型喷点喷头进口处之间管道的局部水头损失(m)。

5.1.3 自压喷灌支管首端的设计水头，应根据灌区或压力区最不利的灌水情况，按下式计算：

$$H_z=Z_d-Z_z+h_s+h_p+h_{fz}+h_{jz} \qquad (5.1.3)$$

式中 H_z——自压喷灌支管首端的设计水头(m)；

Z_z——支管首端的地面高程(m)；

h_{fz}——支管的沿程水头损失(m)；

h_{jz}——支管的局部水头损失(m)。

5.2 水头损失计算

5.2.1 管道沿程水头损失应按下式计算，各种管材的 f、m、b 值可按表 5.2.1 确定。

$$h_f = f\frac{LQ^m}{d^b} \tag{5.2.1}$$

式中 h_f——沿程水头损失(m)；

f——摩阻系数；

L——管长(m)；

Q——流量(m^3/h)；

d——管内径(mm)；

m——流量指数；

b——管径指数。

表 5.2.1 f、m、b 取值表

管材		f	m	b
混凝土管、钢筋混凝土管	n=0.013	1.312×10^6	2	5.33
	n=0.014	1.516×10^6	2	5.33
	n=0.015	1.749×10^6	2	5.33
钢管、铸铁管		6.25×10^5	1.9	5.1
硬塑料管		0.948×10^5	1.77	4.77
铝管、铝合金管		0.861×10^5	1.74	4.74

注：n 为粗糙系数。

5.2.2 等距等流量多喷头(孔)支管的沿程水头损失可按下式计算：

$$h'_{fz} = Fh_{fz} \tag{5.2.2-1}$$

$$F=\frac{N\left(\frac{1}{m+1}+\frac{1}{2N}+\frac{\sqrt{m-1}}{6N^2}\right)-1+X}{N-1+X} \tag{5.2.2-2}$$

式中 h'_{f}——多喷头(孔)支管沿程水头损失；

N——喷头或孔口数；

X——多孔支管首孔位置系数，即支管入口至第一个喷头(或孔口)的距离与喷头(或孔口)间距之比；

F——多口系数。

5.2.3 管道局部水头损失应按下式计算，也可按沿程水头损失的10%～15%估算：

$$h_j=\xi\frac{v^2}{2g} \tag{5.2.3}$$

式中 h_j——局部水头损失(m)；

ξ——局部阻力系数；

v——管道流速(m/s)；

g——重力加速度，9.81m/s²。

5.2.4 机压喷灌系统支管以上各级管道的直径，应通过技术经济分析确定。

5.2.5 自压喷灌系统干管输水段的长度和直径，应根据管道材质、流量，地面坡度和喷灌需要的工作压力水头等因素，经技术经济分析确定。

5.2.6 校核设计计算时，管道最小流速不应低于0.3m/s，最大流速不宜超过2.5m/s。

5.3 水锤压力验算

5.3.1 遇下述情况时，应进行水锤压力验算：

1 管道布设有易滞留空气和可能产生水柱分离的凸起部位。

2 阀门开闭时间小于压力波传播的一个往返周期。

3 对于设有单向阀的上坡干管，应验算事故停泵时的水锤压力；未设单向阀时，应验算事故停泵时水泵机组的最高反转转速。对于下坡干管应验算启闭阀门时的水锤压力。

5.3.2 遇下列情况时，管道应采取相应的水锤防护措施：

1 水锤压力超过管道试验压力。

2 水泵最高反转转速超过额定转速 1.25 倍。

3 管道水压接近汽化压力。

5.3.3 当关阀历时符合下式时，可不验算关阀水锤压力：

$$T_s \geq 40\frac{L}{a} \quad (5.3.3\text{-}1)$$

$$a_w = 1425 \Big/ \sqrt{1+\frac{K}{E}\cdot\frac{D}{e}\cdot c} \quad (5.3.3\text{-}2)$$

式中 T_s——关阀历时(s)；

L——管长(m)；

a_w——水锤波传播速度(m/s)；

K——水的体积弹性模数(GPa)，常温时 K=2.025GPa；

E——管材的纵向弹性模量(GPa)，各种管材的 E 值见表 5.3.3；

D——管径(m)；

e——管壁厚度(m)；

c——管材系数，匀质管 $c=1$，钢筋混凝土管 $c=1/(1+9.5a_0)$；

a_0——管壁环向含钢系数，$a_0=f/e$；

f——每米长管壁内环向钢筋的断面面积(m^2)。

表 5.3.3 各种管材的纵向弹性模量(GPa)

管材	钢管	球墨铸铁管	铸铁管	钢筋混凝土管	铝管	PE 管	PVC 管
E	206	151	108	20.58	69.58	1.4～2	2.8～3

6 设备选择

6.1 喷 头

6.1.1 喷头应根据灌区地形、土壤、作物、水源和气象条件以及喷灌系统类型，通过技术经济比较，优化选择。

6.1.2 宜优先采用低压喷头；灌溉季节风大的地区或实施树下喷灌的喷灌系统，宜采用低仰角喷头；草坪宜采用地埋式喷头；同一轮灌区内的喷头宜选用同一型号。

6.2 管及管道连接件

6.2.1 管道应根据价格、配套性、可靠性、折旧年限、安装维修方便性等，择优选择。

6.2.2 灌区地形复杂或其他原因造成管道压力变化较大的灌溉系统，可根据各管段的压力范围选择不同类型和材质的管道。

6.2.3 对于易锈蚀的管道，应采取防锈措施；使用过程中暴露于阳光下的塑料管道，应含有抗紫外线添加剂。

6.2.4 移动管除应满足耐水压要求外，尚应具有足够的机械强度。

6.2.5 管道连接方式及连接件应根据管道类型和材质选择，连接部位的额定工作压力和机械强度不得小于所连接管道的额定工作压力和机械强度。

6.3 管道控制件

6.3.1 各级管道的首端应设置开关阀。公称通径大于 *DN*50mm 的开关阀宜采用闸阀、截止阀等不易快速开启和关闭的阀门。

6.3.2 在管道起伏的高处应设置进排气装置，进排气装置的进气和排气量应能满足该管段进气和排气的要求。

6.3.3 当管道过长或压力变化过大时，应在适当部位设置节制阀或压力调节装置，压力调节装置的输出压力范围应满足喷灌系统设计工作压力的要求。

6.3.4 各级管道首端和管道压力变化较大的部位应设置测压点，所选压力表的最大量程应与喷灌系统设计工作压力相匹配，并不得小于测压点可能出现的最高压力。

6.4 水泵及动力机

6.4.1 水泵应根据灌区水源条件、动力资源状况以及喷灌系统的设计流量和设计水头等因素，通过技术经济对比，优化选择。

6.4.2 水泵应在高效区运行。

6.4.3 多台并联运行的水泵扬程应相等或相近，多台串联运行的水泵流量应相等或相近。

6.4.4 动力机应根据所选水泵转速、轴功率和当地动力资源状况等进行选择。

6.4.5 喷灌泵站的水泵及动力机数宜为1～3台；只设置1台水泵时，应配备足够数量的易损零部件。

6.5 喷 灌 机 组

6.5.1 喷灌机组应根据水源、地形、作物、耕作方式、动力资源和管理体制等选择。

6.5.2 同一灌区宜采用同一制造厂家生产的喷灌机组。

6.5.3 中心支轴式、平移式和滚移式喷灌机的地隙高度应满足所灌作物生长高度的需求。

6.5.4 行喷式喷灌机的通过能力应能满足地形、土壤等实际工作条件要求。

6.6 自动控制设备

6.6.1 园林绿地以及经济条件许可的喷灌系统可采用自动控制。

6.6.2 当灌区土地开阔且位于雷电多发地区时，自动控制系统应具有防雷电措施。

6.6.3 年降水量较大的地区，自动控制系统宜具有遇雨延时灌水功能。

6.6.4 电磁阀工作电压必须为安全电压。

7 工程设施

7.1 水源工程

7.1.1 取水建筑物的设计，可按现行国家标准《泵站设计规范》GB/T 50265、《室外给水设计规范》GB 50013 等有关规定执行。

7.1.2 喷灌引水渠或工作渠宜做防渗处理。行喷式喷灌系统或从渠道直接取水的定喷式喷灌系统，其工作渠内水深必须满足水泵进水要求；当工作渠内水深不能满足要求时，应设置工作池。工作池尺寸应满足水泵正常进水和清淤要求。平移式喷灌机工作渠应顺直，若主机跨渠行进，渠道两旁的机行道路面高程应相等。

7.1.3 对于兼起调蓄作用的工作池，当工作池为完全调节时，其容积应满足系统作物一次关键灌水的要求。

7.1.4 喷灌系统中的暗渠或暗管在交叉、分支及地形突变处应设置配水井，其尺寸应满足清淤、检修要求。

7.2 首部枢纽工程

7.2.1 泵站前池或进水池内应设拦污栅，并应具备良好的水流条件。对于开敞型前池，水流平面扩散角应小于 40°；对于分室型前池，各室扩散角不应大于 20°，总扩散角不宜大于 60°。前池底部纵坡不应大于 1/5。进水池容积，应按容纳不少于水泵运行 5min 的出水量确定。

7.2.2 在多沙河道取水，应在系统首部设置沉淀过滤设施。

7.2.3 泵房平面布置及设计，可按现行国家标准《泵站设计规范》GB/T 50265 或《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 的有关规定执行。

7.2.4 水泵进水管直径不应小于水泵进口直径。当水泵可能处

于自灌式充水时，其进水管道应设检修阀。

7.2.5 水泵安装高程应根据防止水泵产生汽蚀、减少基础开挖量的原则确定。

7.2.6 当泵站安装多台水泵且出水管线较长时，出水管宜并联。

7.2.7 施肥和化学药物注入装置应根据设计流量大小、肥料和化学药物的性质选择，化肥注入、储存设备应耐腐蚀。

7.2.8 对直接以自来水系统作为压力水源的绿地喷灌系统，应在系统首部设置防回流装置。

7.2.9 首部应设置流量(水量)与压力量测装置。

7.3 管道工程

7.3.1 喷灌管道的布置，应符合下列规定：

1 符合喷灌工程总体设计的要求。

2 管道总长度短。

3 满足各用水单位的需要且管理方便。

4 在垄作田内，应使支管与作物种植方向一致。在丘陵山丘，应使支管沿等高线布置。在可能的条件下，支管宜垂直主风向。

5 管道的纵剖面应力求平顺，减少折点；有起伏时应避免产生负压。

7.3.2 在连接地埋管和地面移动管的出地管上，应设给水栓；在地埋管道的阀门处应建阀门井；在管道起伏的低处及管道末端应设泄水装置。

7.3.3 固定管道应根据地形、地基和直径、材质等条件确定其敷设坡度以及对管基的处理。固定管道的末端及变坡、转弯和分叉处宜设镇墩，管段过长或基础较差时，应设支墩。

7.3.4 对刚性连接的硬质管道，应设伸缩装置。

7.3.5 地埋管道的埋深应根据气候条件、地面荷载和机耕要求等确定。

7.3.6 移动式管道应根据作物种植方向、机耕等要求铺设，应避免横穿道路。

7.3.7 高寒地区应根据需要对管道设置专用防冻措施。

7.4 田间配套工程

7.4.1 喷灌系统的田间配套工程应满足人、畜作业或机耕作业的要求；应结合林带、排水系统协调统一规划布置。

7.4.2 田间道路、田间排水系统及林带布置应按现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 有关规定执行。

8 工程施工

8.1 一般规定

8.1.1 喷灌工程施工应按已批准的设计进行，修改设计或更换材料、设备应经设计部门同意，必要时需经主管部门批准。

8.1.2 工程施工应符合下列程序和要求：

1 施工现场应设置施工测量控制网，并保存到施工完毕；应定出建筑物的主要轴线或纵横轴线、基坑开挖线与建筑物轮廓线等，并标明建筑物主要部位和基坑开挖的深度。

2 基坑开挖必须保证边坡稳定。若基坑挖好后不能进行下道工序，应预留 15～30cm 土层不挖，待下道工序开始前再挖至设计标高。

3 当基坑需要排水时，应设置明沟或井点排水系统。

4 地基承载力小于设计要求时应进行地基处理。

5 建筑物砌筑应符合现行国家标准《砌体工程施工及验收规范》GB 50203、《混凝土结构工程施工及验收规范》GB 50204、《地下防水工程施工及验收规范》GB 50208、《建筑地面工程施工及验收规范》GB 50209 的有关规定；砌筑完毕，应待砌体砂浆或混凝土凝固达到设计强度后回填；回填土应干湿适宜，分层夯实，与砌体接触密实。

8.1.3 施工过程中应做好施工记录。隐蔽工程应填写隐蔽工程验收记录，经验收合格后方可进行下道工序施工。全部工程施工完毕后应及时编写竣工报告。

8.2 水源工程

8.2.1 机井施工应符合国家现行标准《供水管井技术规范》

GB 50296、《机井技术规范》SL 256 的有关规定。

8.2.2 蓄水池防水部分施工应符合现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 中的有关规定。

8.2.3 输水渠道的施工应符合国家现行标准《渠道防渗工程技术规范》SL 18 的有关规定。

8.3 首部枢纽工程

8.3.1 泵站机组的基础施工应符合下列要求：

1 基础必须浇筑在坚实的地基上。

2 基础轴线及需要预埋的地脚螺栓或二期混凝土预留孔的位置应正确无误。

3 基础浇筑完毕拆模后，应用水平尺校平，其顶面高程应正确无误。

8.3.2 中心支轴式喷灌机的中心支座采用混凝土基础时，应按设计要求于安装前浇筑好。

8.4 管道工程

8.4.1 管道沟槽应按施工放样中心线和槽底设计标高开挖。如局部超挖，应用相同的土料填补夯实至接近天然密度。沟槽底宽应根据管道直径及施工方法确定，接口槽坑应满足施工要求。沟槽经过岩石、卵石等容易损坏管道的地段应挖至槽底下 15cm，并用砂或细土回填至设计槽底标高。

8.4.2 管道安装完毕应填土定位，经试压合格后回填。回填必须在管道两侧同时进行，填土应分层夯实或分层灌水沉实。塑料管道回填宜在地面和地下温度接近时进行，管周填土不得有直径大于 2.5cm 的石子及直径大于 5cm 的硬土块。

8.4.3 阀门井和镇墩施工应符合现行国家标准《砌体工程施工及验收规范》GB 50203 的规定。

9 设备安装

9.1 一般规定

9.1.1 喷灌系统设备安装人员应持证上岗；安装用的工具、材料应准备齐全，安装用的机具应经检查确认安全可靠；与设备安装有关的土建工程应验收合格。

9.1.2 待安装设备应按设计核对无误，并进行现场抽检，检验记录应归档。

9.2 机电设备

9.2.1 机电设备安装应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收规范》GB 50231 和《电气装置安装工程　低压电器施工及验收规范》GB 50254 的规定。

9.2.2 水泵与动力机直联机组安装时，同轴度、联轴器的断面间隙应符合国家现行标准《泵站安装及验收规范》SL 317 要求；非直联卧式机组安装时，动力机和水泵轴心线必须平行。

9.2.3 柴油机排气管应通向室外，电动机外壳接地应符合要求。

9.2.4 电器设备安装后应进行对线检查和试运行。

9.3 管　　道

9.3.1 管道安装应符合下列要求：

1　管道安装前应将管与管件按施工要求摆放，摆放位置应便于起吊、下管及运送，并应再次进行外观及启闭等复验。

2　管道下入沟槽时，不得与槽内管道碰撞。

3　管道安装时，应将管道的中心对正。

4　管道穿越道路应加套管或修筑涵洞保护。

5 管道采用法兰连接时，法兰应保持同轴、平行，并保证螺栓自由穿人，不得用强紧螺栓的方法消除歪斜。

6 安装柔性承插接口的管道，当其纵坡大于18%或安装刚性接口的管道纵坡大于36%时，应采取防止管道下滑的措施。

7 管道安装分期进行或因故中断时，应用堵头将其敞口封闭。

8 移动管道安装应按安装使用说明书要求进行。

9.3.2 镀锌钢管和铸铁管安装应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235的有关规定。

9.3.3 塑料管道安装应符合下列要求：

1 聚氯乙烯管宜采用承插式橡胶圈止水连接、承插连接或套管粘接；聚乙烯硬管宜采用承插式橡胶圈止水连接或热熔对接；聚丙烯硬管不宜用粘接法连接。

2 采用粘接法安装时，应按设计要求选择合适的粘接剂，并按粘接技术要求对管与管件进行去污、打毛等预加工处理。粘接时粘接剂涂抹应均匀，涂抹长度应符合设计规定，周围配合间隙应相等，并用粘接剂填满，且有少量挤出。粘接剂固化前管道不得移动。

3 采用法兰连接时，法兰应放人接头坑内，并应保证管道中心线平直。管底与沟槽底面应贴合良好，法兰密封圈应与管同心。拧紧法兰螺栓时，扭力应符合规定，各螺栓受力应均匀。

4 采用可控温电热板对接机进行热熔对接时，应按产品说明书要求控制热熔对接的时间和温度。

9.3.4 钢筋混凝土管安装应符合下列要求：

1 平地安装时，承口宜朝向水流来水方向。坡地安装时，承口应向上。

2 安装前承插口应刷净，胶圈上不得粘有杂物。胶圈安装后不得扭曲、偏斜。插口应均匀进入承口，回弹就位后，仍应保持对口间隙10～17mm。

3　在沟槽土壤对胶圈有腐蚀性的地段，管道覆土前应将接口封闭。

4　配用的金属管件应进行防锈、防腐处理。

9.4　竖管和喷头

9.4.1　喷头安装前应进行检查，其转动部分应灵活，弹簧不得锈蚀，竖管外螺纹无碰伤。

9.4.2　支管与竖管、竖管与喷头的连接应密封可靠。

9.4.3　竖管安装应牢固、稳定。

9.5　喷　灌　机

9.5.1　喷灌机安装前，应对安装所需用的工具和设备进行检查。工具、设备应良好、备齐。喷灌机部件应按照顺序摆放在安装的位置上，各部件应齐全、完好无损。

9.5.2　喷灌机的安装必须严格按照使用说明书的安装顺序和步骤进行，必须待各部件组装完毕检查无误后再进行总装。

9.5.3　安装时接头处应用密封材料密封，防止漏水、漏油。

9.5.4　滚移式喷灌机的轮轴应用轮轴夹板固定，防止滑脱；整条管线的喷头安装孔应对准在一条直线上。

9.5.5　绞盘式喷灌机在试运行调整喷头小车的行走速度时，不得使喷洒水在地表产生径流。

9.5.6　带移动管道的轻小型喷灌机的安装，应首先将喷灌机的进水管和供水管的供水阀连接好，再按本规范第 9.3.1 条第 8 款与第 9.4 节的有关要求安装移动管道、竖管和喷头。

9.5.7　喷灌机安装完毕后应先检查各部件连接状况，螺栓应紧固到位，各部件不得漏装、错装，电控系统接线应正确可靠。柴油机、发电机、水泵的安装和轮胎的充气均应符合要求。

10 管道水压试验

10.1 一般规定

10.1.1 管道安装完毕填土定位后，应进行管道水压试验并填写水压试验报告。对于面积大于等于 $30hm^2$ 的喷灌工程，应分段进行管道水压试验。

10.1.2 水压试验应选用经校验合格且精度不低于1.0级的标准压力表，表的量程宜为管道试验压力的1.3～1.5倍。

10.1.3 水压试验宜在环境温度5℃以上进行，否则应有防冻措施。

10.1.4 水压试验前应进行下列准备工作：

1 充水、排水和进排气设施应可靠，试压泵及压力表安装应到位，与试验管道无关的系统应封堵隔开。

2 管道所有接头处应显露并能清楚观察渗水情况。

3 管道应冲洗干净。

10.1.5 管道水压试验包括耐水压试验和渗水量试验。若耐水压试验合格，即可认定为管道水压试验合格，不再进行渗水量试验。

10.2 耐水压试验

10.2.1 管道试验段长度不宜大于1000m。

10.2.2 试验管道充水时，应缓慢灌入，管道内的气体应排净。试验管道充满水后，金属管道和塑料管道经24h、钢筋混凝土管道经48h，方可进行耐水压试验。

10.2.3 高密度聚乙烯塑料管道(HDPE)试验压力不应小于管道设计工作压力的1.7倍；低密度聚乙烯塑料管道(LDPE、LLDPE)试验压力不应小于管道设计工作压力的2.5倍；其他管材的管道

试验压力不应小于管道设计工作压力的1.5倍。

10.2.4 试验时升压应缓慢。达到试验压力保压10min，管道压力下降不大于0.05MPa，管道无泄漏、无破损即为合格。

10.3 渗水量试验

10.3.1 若耐水压试验保压期间管道压力下降大于等于0.05MPa，应进行渗水量试验。

10.3.2 试验时，先将管道压力缓慢升至试验压力，关闭进水阀，记录管道压力下降0.1MPa所需时间T。再将管道压力升至试验压力，关闭进水阀后立即开启放水阀向量水器中放水，记录管道压力下降0.1MPa时放出的水量W。按下式计算实际渗水量：

$$q_s=\frac{1000W}{TL} \quad (10.3.2)$$

式中 q_s——管道实际渗水量〔L/(min·km)〕；

L——试验管道长度(m)；

T——管道密封时，其水压力下降0.1MPa所经过的时间(min)；

W——开启放水阀放水，管道压力下降0.1MPa时所放出的水量(L)。

10.3.3 对于管道内径分别小于等于250mm和150mm的钢管以及铸铁管、球墨铸铁管，其允许渗水量可按表10.3.3确定。

表10.3.3 管道允许渗水量〔L/(min·km)〕

管道内径(mm)	允许渗水量	
	钢管	铸铁管、球墨铸铁管
100	0.28	0.70
125	0.35	0.90
150	0.42	1.05
200	0.56	—
250	0.70	—

其他管材、管径的管道允许渗水量，可按下式计算：

$$[q_s]=k\sqrt{d} \qquad (10.3.3)$$

式中 $[q_s]$——管道允许渗水量〔L/(min·km)〕；

k——渗水系数：钢管 0.05，聚氯乙烯管、聚丙烯管 0.08，铸铁管0.10，聚乙烯管 0.12，钢筋混凝土管 0.14；

d——管道内径(mm)。

10.3.4 实际渗水量不大于允许渗水量即为合格；实际渗水量大于允许渗水量时，应修补后重测，直至合格为止。

11 工 程 验 收

11.1 一 般 规 定

11.1.1 喷灌工程验收前应提交全套设计文件、施工期间验收报告、管道水压试验报告、试运行报告、工程决算报告、运行管理办法、竣工图纸和竣工报告。

11.1.2 对于规模较小的喷灌工程，验收前可只提交设计文件、竣工图纸和竣工报告。

11.2 施工期间验收

11.2.1 喷灌的隐蔽工程必须在施工期间进行验收并填写隐蔽工程验收记录。隐蔽工程验收合格后，应有签证和验收报告。

11.2.2 水源工程、首部枢纽工程及管道工程的基础尺寸和高程应符合设计要求；预埋铁件和地脚螺栓的位置及深度，孔、洞、沟及沉陷缝、伸缩缝的位置和尺寸均应符合设计要求；地埋管道的沟槽及管基处理、施工安装质量应符合设计要求。

11.3 竣 工 验 收

11.3.1 应全面审查技术文件和工程质量。技术文件应齐全、正确；工程应按批准文件和设计要求全部建成；土建工程应符合设计要求和本规范的规定；设备配置应完善，安装质量应达到本规范的规定；应进行全系统的试运行，并对主要技术参数进行实测。

11.3.2 竣工验收应对工程的设计、施工和工程质量作全面评价，验收合格的工程应填写竣工验收报告。

本规范用词说明

1　为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1)表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2)表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2　本规定中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

喷 灌 工 程 技 术 规 范

GB/T 50085-2007

条 文 说 明

目　　次

1 总　　则

1.0.1、1.0.4、1.0.5 为新增内容。1.0.1强调了提高工程建设质量，即指搞高喷灌工程的设计、施工和安装质量；1.0.4规定承担设计、施工的单位应分别具有相应的工程设计、施工和安装资质；1.0.5规定工程所用材料及设备应经法定检测机构检测或认定合格。

3 喷灌工程总体设计

3.1 一般规定

3.1.1 喷灌工程是农田水利工程的一个组成部分，它们之间的关系是局部与整体的关系，因此喷灌工程的总体设计必须建立在当地水资源开发利用和农村水利规划的基础上，并与之相符合。另一方面，与灌溉、排水、道路、林带、供电等系统以及居民点密切关联，互相影响，互相制约。此外，喷灌设计必须和土地整理复垦规划、农业结构调整规划相结合。只有统筹兼顾才能做出技术和经济上有利于全局的合理设计。

3.1.3 根据喷灌发展经验，对种植经济作物、蔬菜、果树、花卉等高附加值的作物的地区及在灌溉水源缺乏的地区、高扬程提水灌区、受土壤或地形限制难以实施地面灌溉的地区、有自压喷灌条件的地区及技术水平较高的地区可获得较好的效益，故作此规定。

3.2 水源分析计算

3.2.1 本条规定在进行喷灌工程的总体设计时，必须对水源水量进行分析计算，以使整个工程落实在可靠的基础上，避免因水量不足而使工程建成后其效益不能充分发挥。

当喷灌灌区是由已建成的水利工程（如水库、渠道）供水时，应调查收集该工程历年向各用水单位供水的流量资料，经分析计算，推算符合设计频率的年份可向本灌区提供的水量和流量，以便判断喷灌用水量是否有保障，确定是否需要再调节等。对于新建水源工程，其水量计算方法与要求在以下几条中作了规定。

3.2.2 本条对河川径流的计算分三种情况作了规定：

1 当具有较长系列的径流资料时，可直接通过频率计算推求

设计年径流量、各月径流量或灌水临界期日平均流量。月径流量用于年调节计算，若为日调节或多日调节则用灌水临界期平均流量。

2　当径流资料年数很少，不足以进行频率计算时，应先通过相关关系插补延长径流资料后进行频率计算。相关关系的建立，可利用本流域降水量和径流量之间的关系，本站径流量与上下游站的径流量之间的关系，本流域径流量和邻近相似流域的径流量之间的关系等，视具体条件采用之。

3　没有实测径流资料，这是中小型河流上常见的。在条件许可时，可选取具有径流资料且气候和自然地理条件类似的流域，按面积的比例将径流量换算过来。也可将相似流域的降水径流关系移用过来，由本流域的降水量推求径流量。在本流域上下游水文测站具有资料时，也可用内插法推求本站径流量。

3.2.3　在拦截当地地面径流作为喷灌水源时，多无实测流量资料。通常可参考地区性水文手册或图集所提供的经验图表(如等值线图)或公式来估算，但还应进行深入的实地调查。因为，水文手册或图集很难全面反映各集水面积上的具体情况，通过调查分析可对计算成果加以检验或进行必要的修正。

3.2.4　当喷灌水源为地下水时，考虑到现今的喷灌系统规模都不太大，其水源常是单井或有数的几口井，而水文地质资料只能反映较大区域的地下水开采条件，故本条规定在分析已有水文地质资料的基础上，还要对邻近机井的出水情况作调查，才能较为可靠地确定井的动水位和单井涌水量。对于地下水未开发又无资料的地区，只有打勘探井作抽水试验，才能搞清其开采条件。

3.2.5　本条是关于水利计算的规定，有以下两层意思：

为使喷灌用水落实在可靠的基础上，总体设计中强调必须对来水和用水进行水量平衡计算。

在水量平衡计算中可出现三种情况：一是当来水量及其在时间上的分配都达到或超过用水量时，说明天然的来水能够满足任

何时候的用水要求，一般无需再建蓄水工程；二是来水量等于或大于喷灌用水量，但其时间分配状况不相适应，这时既具备了调蓄的条件，又存在调蓄的必要，故应建工程调蓄水量，改变天然的来水过程以适应用水要求；三是来水量小于用水量时，失去了调蓄的条件，这时必须通过延长调节周期或另辟水源，先使来水量等于或大于用水量，而后考虑调节问题。

3.3 系统选型

3.3.1 喷灌系统的类型很多，按获得压力的方式可分为机压式和自压式；按喷洒特征可分为定喷式和行喷式；按设备的组成特点可分为管道式和机组式，管道式系统又可分为固定管道式、半固定管道式和移动管道式，机组式系统又有轻型、小型、中型等定喷机组或中心支轴、平移、绞盘、悬臂式等行喷机组之别。各类系统都有其适用条件，并且投资造价和运行成本高低各异，管理运行要求不同，生产效率与喷洒质量也有区别。只有因地制宜地考虑本条中所列各因素，从技术上和经济上加以比较论证，才能确定适宜的系统类型，收到最大的经济效益。对于面积较大或自然条件复杂的灌区，如采用几种系统类型比单一类型在技术和经济上更为合理时，则应分区进行选型。

4 喷灌技术参数

4.1 基本参数

4.1.1 原规范喷灌设计保证率规定系根据1982年全国喷灌技术研究班讨论意见并参考1977年水利电力部颁发的《水利水电工程水利动能设计规范》作出的，而本次修订是依据GB 50288，并且为保证术语的统一与含义清晰，将喷灌设计保证率改为喷灌工程灌溉设计保证率。

4.1.2 喷灌作物蒸发蒸腾量 *ET* 直接影响着灌水周期的确定，*ET* 的确定应采用相应的方法。本条规定了应采用灌溉试验资料确定，对于缺少气象资料的喷灌区采用相近地区试验资料或彭曼-蒙蒂斯公式计算。

4.1.3 确定喷灌系统设计流量依据喷灌的灌溉水利用系数，而田间喷洒水利用系数仅是其中的一部分。因此，本条修订为喷灌的灌溉水利用系数，定义为管道系统水利用系数与田间喷洒水利用系数的乘积。

根据国内外的一些实测资料，管道系统水利用系数在0.95～0.98。田间喷洒水利用系数按风速分两档给出，这是因为喷洒水利用系数取决于当地的气象条件和喷头的运行参数，它随风速、气温、相对湿度、喷头工作压力和射程等变化而变化。根据GBJ 85编制组安排在湖北、河南、陕西、北京、宁夏、新疆、云南、福建等省、自治区、直辖市进行现场测定证明：在喷头工作压力水头为20～50m、喷嘴直径为4～11mm、气温为20～39.5℃、相对湿度为30%～90%、风速为0～6.4m/s的条件下，喷洒水利用系数为0.68～0.93（详见表1）。据此，本条按风速分两档给出喷洒水利用系数的取值范围。

表 1　喷洒水利用系数实测值

序号	相对湿度（%）	气温（℃）	喷头压力（kPa）	喷嘴直径（mm）	风速（m/s）	喷洒水利用系数
1	30	39.5	300	4.9	0.24	0.84
2	30	30.4	300	4.9	1.46	0.88
3	30	27.5	290	8.0	4.3	0.75
4	40	27.5	290	8.0	4.9	0.74
5	50	34.5	300	4.9	0.97	0.72
6	45	20.9	300	4.9	6.39	0.68
7	50	30.6	400	11.0	6.0	0.79
8	50	30.6	400	11.0	6.0	0.78
9	48	34.0	350	11.0	1.0	0.96
10	42	25.6	320	8.0	4.0	0.76
11	54	29.2	500	11.0	2.0	0.88
12	52	24.0	320	8.0	1.0	0.88
13	54	31.5	300	4.0	0.56	0.73
14	53.6	33.5	300	4.0	0.74	0.82
15	52	22.8	320	8.0	1.2	0.88
16	60	22.4	320	8.0	3.7	0.81
17	63	25.0	300	4.9	0.28	0.88
18	63	20.0	300	4.9	0.56	0.93
19	65	27.0	350	11.0	5.0	0.92
20	62	24.0	300	11.0	3.0	0.93

4.1.4 喷灌受到风的影响会降低喷洒质量，以往在设计中因忽略风的影响导致漏喷的情况颇多，常使工程不得不返工重新布置，造成人力、物力的浪费。为此，本条规定设计必须考虑风的影响。

4.2 质量控制参数

4.2.1 为了不产生地面积水和径流，喷灌强度不应大于土壤入渗速度。喷灌土壤的入渗速度除与土壤质地有关以外，还随水滴大小、水滴降落速度和喷洒水深变化而变化，但目前在我国还没有足够的试验资料可以确定在各种情况下的土壤入渗速度数值。本条采用了国际上通用的对允许喷灌强度的规定，也是多年来我国在设计实践中所使用的。

本次修订本条增加了对行喷式喷灌系统的喷灌强度允许略大于土壤入渗速度，其限制条件是不得出现地面径流。这就是说在喷洒过程中允许地面出现当时渗不下去而过后能很快渗人的小水洼。这样既确保了表土结构不被水流浸蚀破坏，又提高了喷灌机械的效率。

4.2.2 我国以往采用均匀系数 K 值表示喷灌的均匀度，现按国际标准的规定，采用 J. E. 克里斯琴森均匀系数表示，符号用 C_u。C_u 值和 K 值可按下式换算：

$$C_u=\left(2-\frac{1}{K}\right)\times 100\% \quad (1)$$

至于喷洒水深的平均值其平均离差的计算方法，在本次修订中将其移为条文说明，即按下列公式计算：

1 测点所代表的面积相等时：

$$h=\frac{\sum_{i=1}^{n} h_i}{n} \quad (2)$$

$$\Delta h=\frac{\sum_{i=1}^{n} |h_i-h|}{n} \quad (3)$$

2 测点所代表的面积不等时：

$$h=\frac{\sum_{i=1}^{n}S_{i}h_{i}}{\sum_{i=1}^{n}S_{i}} \tag{4}$$

$$\Delta h=\frac{\sum_{i=1}^{n}S_{i}\left|h_{i}-h\right|}{\sum_{i=1}^{n}S_{i}} \tag{5}$$

式中 h_i——某测点的喷洒水深(mm)；

S_i——某测点所代表的面积(m^2)；

n——测点数。

本条规定均匀系数 C_u 值的下限不低于75%，不作上限规定。这是因为低于75%容易漏喷，从而失去喷灌的优越性，而不规定上限则给设计均匀系数的优选提供了余地。

本条规定的 C_u 值下限与国际标准相比，数值略低，但实际上相当。因国际标准对 C_u 值不低于80%的规定是在风速为0.9～3m/s条件下测试，风速超过这个范围没有新的要求。实际上当风速超过2m/s时 C_u 值必然下降。在一般情况下，设计风速为2～3m/s最为常见，此时按本规范设计，其均匀系数 C_u 值并不低于国际标准。因此本条规定保留了国际标准中只规定下限的合理部分，而对下限的数值，则按实际情况统一要求，使其在设计风速下都能保证均匀度的最低要求。

4.2.3 本条为本次修订中新增的，说明喷灌均匀系数在设计中可以通过设计风速下喷头的组合间距、喷头的喷洒水量分布、喷头工作压力等因素来控制。

4.2.4 本条作了修订，利用设计风速下的喷头组合间距来保证其设计均匀系数时，将原 PY_1 系列喷头组合间距表修订为旋转式喷头组合间距表。该表是结合以往 PY_1 系列15、20、30、40型喷头的实测数据和近几年来国内对ZY-1、ZY-2、30PSH等型号旋转式

喷头的实测数据汇总而成的。同样，该表不限制设计人员取较密的间距作优化选择。由于本条对确定间距没有作方法上的规定，因而并不排斥其他可保证均匀度的间距确定方法。

4.2.5 本条在原规范中条文编号是3.0.12，是对喷灌系统中喷头的实际工作压力所作的规定，以确保技术、经济的合理。分为三款：

1 本款参照喷头的国际标准和国家标准，对喷头实际使用的参数作了规定，以杜绝目前国内存在的升压或降压运行现象，从而避免损坏设施和降低喷灌质量，确保系统正常工作。

2 我国过去习惯按保证灌区内各个喷头的工作压力都不低于设计工作压力来确定水泵扬程。这种方法使绝大多数的喷头都在超过设计工作压力下运行，从而导致系统流量增大，迫使机组加大容量，结果是投资造价和运行费用都增加。为了消除这一弊端，本款规定允许降低实际工作压力为最小的喷头运行压力，但不得低于设计工作压力的90%。这样，在我国通常使用的工作压力范围内，系统设计水头可降低2～5m，实际流量也将与设计流量相近，这对节能和减少水的浪费都是很有意义的。

3 本款的规定是国际上设计喷灌系统时的常规，其目的是控制同一支管上喷头流量的差别不致过大，以保证喷洒的总体均匀性。但在文字上多写成首末两喷头的压力差不超过设计工作水头的20%，这一写法有一定的局限性，因为在支管有明显变坡的情况下，最大的压力差不见得发生在首末喷头之间，为此，本款改为"同一条支管上任意两个喷头之间的工作压力差应在设计喷头工作压力的20%以内"，则各种情况均可概括。

4.2.6 本条这次未作修订。它对喷灌系统的压力分区作了原则性规定，目的是为了较为充分地利用能源。

在机压喷灌系统中，一般当最大喷头工作压力超过设计工作压力0.1MPa时，就应通过技术经济比较做出压力分区，以减少通过闸阀人为地消除压力。在自压喷灌系统中，管内水流压力随地

形由上往下逐渐增大。在地形坡度较陡、面积较大、管道较长的喷灌区，上部和下部压力往往相差很大，如果全灌区仅按一种喷头压力规划设计，很难达到理想效果。如全部选用压力小的喷头，虽然可扩大上部自压喷灌面积，但下部水头利用不充分，剩余水头大，喷灌效率低；如全部选用压力大的喷头，自然水头可得到较充分的利用，喷灌效率高，但上部有一部分面积不能自压喷灌，受益面积小。因此，为了充分利用自然水头，扩大自压喷灌效益，应根据压力随地形变化的特点，按压力大小进行分区，并分别选配喷头进行设计。划分压力区时，应根据地形、压力和面积大小、喷头产品类型、管理、投资等具体条件，综合考虑，合理确定。

4.2.7 本条这次未作修订。对于喷灌的适宜雾化强度，比较理想的方法是直接根据作物、土壤等因素确定允许打击强度（或能量），并依此确定喷头的工作参数范围。但对此目前国内外尚处于研究阶段，还不能实际应用。

喷灌水滴直径可在一定程度上反映喷洒水的打击强度。但采用水滴直径作为标准也不现实，主要是采用什么样的直径（如平均直径、中数直径、某部位的直径等）国内外都无定论，无法统一规定，测定雨滴直径的方法也多种多样不好统一，且国外也没有一个标准规定采用水滴直径表示雾化程度的，因此本规范亦不采用。

当前国际、国内多采用 h_p/d 值作为喷灌雾化程度的指标，此法使用简单方便，本规范采用之。表 4.2.7 中适宜的 h_p/d 值是我国多年生产实践中采用的数值，效果较好。当然用 h_p/d 法表示喷灌雾化程度也并非理想的办法，例如对于主喷嘴为异形或带有碎水装置时则不能使用，有待进一步改进。

4.3 设计参数

4.3.1 本条为本次修订中新增的，设计灌溉定额是确定喷灌系统灌溉用水量的依据。

4.3.2 设计灌水定额是确定喷灌系统设计流量的依据，直接影响

着喷灌工程的投资，故应根据当地试验资料确定。在无试验资料时，采用本条列出的公式计算灌水定额，实践证明是可行的，当然需要有当地的试验资料作为计算基础，以便确定公式中的各项参数。

本次修订中，去掉了公式(4.3.2)中的 η，这样符合灌水定额的含义。

4.3.4 设计灌水周期同样是确定喷灌系统设计流量的依据，直接影响着喷灌工程的投资，故应根据当地试验资料确定。在无试验资料时，采用本条列出的公式(4.3.4)计算灌水周期，实践证明是可行的。

公式(4.3.2)和(4.3.3)的应用，可以先按式(4.3.2)计算灌水定额，再按式(4.3.4)计算灌水周期；也可参照当地经验先确定灌水周期，再用式(4.3.4)反算灌水定额。这两种应用方式都是可行的。

4.4 工作参数

4.4.1 设计日灌水时间也是决定系统设计流量的重要参数。设计日灌水时间长，系统设施的利用率高，系统容量就小，投资就低；反之，投资就高。国外的喷灌工程，一般说日灌水时间较长，我国已往的设计中则取得较短。考虑到近几年喷灌设备的质量与自动化程度以及运行管理人员的素质均有很大的提高，因此在本次修订中分别提高固定管道式、半固定管道式、移动管道式和定喷机组式系统的设计日灌水时间下限。

4.4.2 本条为本次修订中新增的，一个工作位置的灌水时间与设计灌水定额、喷头的设计流量、组合间距有关。公式(4.4.2)反映它们的关系。

4.4.3 本条为本次修订中新增的。一天的工作位置数与日灌水时间、一个工作位置的灌水时间有关。公式(4.4.3)反映它们的关系。

4.4.4 本条为本次修订中新增的。同时工作喷头数与一天工作位置数、灌区喷头总数有关。公式(4.4.4)反映它们的关系。

5 管道水力计算

5.1 设计流量和设计水头

5.1.1 由于喷灌管道系统存在水量损失，故喷灌系统设计流量为喷头流量的总和与管道系统水利用系数之比。

5.2 水头损失计算

5.2.1 鉴于公式(5.2.1)及表5.2.1中参数已在工程中得到广泛应用，故仍采用该经验公式，但由于石棉水泥管在工程中较少使用，故表中不再列示。

5.2.3 喷灌管道的局部水头损失应逐项按公式计算，然后叠加，得出总的局部水头损失。但考虑实际工程中有些局部损失难以计算确定，故规定计算时喷灌管道系统的局部水头损失可按沿程水头损失的10%～15%估算，待系统确定后，仍应逐项按公式核算。

5.3 水锤压力验算

5.3.1 设有单向阀的机压喷灌系统的最高与最低水锤压力，通常都在事故停泵过程中出现。如果管道在该压力作用下安全，同时也会满足其他水锤压力的要求，故应以此作为验算管道强度的依据。

未设单向阀的机压喷灌系统的最高水锤压力，远小于设有单向阀的情况，故不宜以此作为验算的依据；同时，由于系统中未设单向阀门，在事故停泵时，必然会发生反转，而且其反转转速还取决于事故停泵时出现的最高水锤压力值，因此验算反转转速也意味着验算其水锤压力。由于不允许的反转转速首先出现，故应以水泵机组允许的最高反转转速作为验算的依据。

对于下坡干管的最高与最低水锤压力，一般是在迅速关闭或开启管道末端闸阀时产生，故应以此作为验算管道强度的依据。

5.3.2 水锤压力出现的历时极短，对于管道来讲可视为临时性荷载。同时，此值也应作为是否需要防护措施的依据。

事故停泵时，水泵从正转水泵工况，经制动工况、水轮机工况，最后达到飞逸状态。在整个过渡过程中水泵承受的转矩都是逐步衰减的，故不能以水泵作为控制条件；电动机是根据允许比额定值超速1.25倍运行2min设计的。故以此作为判断设置防护措施的依据。

在事故停泵和启闭阀门过程中，管道内的压力如果降低到水的汽化压力，说明管道中的水柱将产生分离现象，这种分离的水柱当其惯性耗尽后又会出现再度弥合现象，这时产生的水锤压力将比根据本规范第4.3.1条的条件计算出的压力大得多。为了防止上述情况出现，应以该值作为确定设置防护措施的依据。

5.3.3 由于喷头工作需要一定的压力水头，所以水泵（或自压）水头多大于20m，水锤波传播速度为1000m/s左右，管中流速多小于3m/s，因此管路常数$\rho=\frac{a_w v_0}{2gH_0}<8$；同时，关阀历时$T_s$与水锤相$\frac{2L}{a_w}$之比为$\frac{a_w T_s}{2L}$。根据$\rho$和$\frac{a_w T_s}{2L}$两个参数查阿列维关阀水锤计算曲线可知$\rho=8$，$\frac{a_w T_s}{2L}=20$时，对应的水锤增压值为$0.5H_0$。因此，可以认为喷灌系统的关阀历时$T_s\geqslant 40\frac{L}{a_w}$，其发生最大水锤压力不超过$1.5H_0$。

6 设备选择

6.1 喷　　头

6.1.2 为降低系统能耗，规定宜优先采用低压喷头；为减少喷射水流受风或树冠的影响，规定灌溉季节风大的地区或实施树下喷灌的喷灌系统，宜采用低仰角喷头。

6.4 水泵及动力机

6.4.5 喷灌泵站的装机台数，是根据国内外有关标准资料，并参照我国泵站建设与管理实践经验规定的。机组愈大，效率愈高；机组台数愈少，管理费用、泵房面积、建筑物尺寸、配电设备及机电控制设备均可减少，因而较为经济，但是机组台数过少时，常不能满足泵站调节流量的要求。故选用1～3台为宜。

7 工程设施

7.1 水源工程

7.1.1 取水建筑物的设计在现行国家标准《泵站设计规范》GB/T 50265和《室外给水设计规范》GB 50013 中规定得比较详细，可以满足喷灌取水建筑物的要求，故可按其执行。

7.2 首部枢纽工程

7.2.1 前池和进水池的水流条件对水泵工作性能影响很大，如果池内产生漩涡，会破坏水流的连续性，导致空气进入水泵，减少水泵出水量，降低水泵效率。本规范引用了现行国家标准《泵站设计规范》GB/T 50265 的这些数据，作为前池及进水池设计的基本规定。

8 工程施工

8.1 一般规定

8.1.1 本条针对目前有些喷灌工程没有完全按照批准的文件和设计要求进行施工，任意改变工程规模、修改设计等问题，特别强调应按已批准的设计施工，以控制工程投资和保证工程质量满足要求。

8.1.2 喷灌工程施工应首先设置施工测量控制网，管道和建筑物的基坑开挖应符合本条规定，建筑物砌筑标准则直接引用建筑行业的规范。

8.2 水源工程

8.2.1～8.2.3 水源工程主要为机井、蓄水池和输水渠道，各部分均已有相应规范对其施工进行规定，故直接引用。

8.3 首部枢纽工程

8.3.1 除自压喷灌和机组式喷灌系统外，大部分喷灌工程的首部枢纽主要是泵站和过滤、施肥等设施，属于土建工程施工的主要是泵站机组的基础施工，故本条对泵站机组基础施工做了规定，而属于设备安装的要求均列入下一章设备安装中。

8.3.2 机组式喷灌系统只有中心支轴式需有固定基础，故本条作了简单规定，其他设备安装问题均未涉及。

8.4 管道工程

8.4.1 本条对管道沟槽开挖作出规定，目的是为了保证管道沟槽开挖既能达到设计要求，同时也能满足施工需要。对局部岩石地

段做出规定，是为了防止岩石、卵石等损坏管道。

8.4.2 填土双侧进行主要是为了防止管道移位。填土后分层夯实或分层灌水沉实可根据各地经验和土料实际情况选用。对塑料管道，由于温度变化其线胀系数较大，故规定宜在地面、地下温度相近时进行，而且塑料管硬度低于金属管道和水泥制品管道，故又规定管道周边填土不得有石子和硬土块。

8.4.3 阀门井和镇墩施工属于砌体工程，故本条直接规定应符合现行国家标准《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203 的规定。

9 设备安装

9.1 一般规定

9.1.1 根据国家对各种行业技术人员都应进行培训，并发给合格者资格证书的要求，增添了“持证上岗”的规定，以保证安装质量要求。同时根据有关单位意见，将原规范第 7.1.1 条第 1、2、3、4 款简化后改写本规范的 9.1.1 条。

9.1.2 根据有关单位意见，将原规范第 7.1.2 条第 1、2、3、4 款简化后改写成本规范的 9.1.2 条。

9.3 管道

节名改为“管道”，内容包括地埋管道和移动管道安装的一般要求。原规范中第 7.1.3 条第 1 款中“不得安装在冻结的土基上”这句话，根据东北和其他地区提出地埋管不会因埋在冻土层冻坏的实践而取消，不予肯定，也不予否定。

9.3.1 本条第 6 款是根据《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 中第 4.1 节一般规定的 18 条规定而引入本规范的。

9.3.2 金属管道安装在现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 中要求十分详尽，故本条规定按现行的上述规范要求执行。

9.3.3 根据有关单位意见，取消了原规范中有关塑料管安装前宜进行爆破压力试验的规定。

本条第 2 款是将原规范第 7.4.3 条第 2、3 两款归纳合并后的规定要求，并根据有关单位意见取消了原规范第 7.4.4 条的塑料管翻边连接的安装要求内容。第 4 款增加了我国目前塑料管连接方法中先进的半自动化热熔对接技术，目的就是要求用此种先进

技术替代落后的手工热熔对接技术。

9.3.4 因本规范中取消了石棉水泥管，故将本条改为“钢筋混凝土管安装”。

9.5 喷 灌 机

为新增内容。鉴于大型自走式喷灌机的安装较复杂，且至今只有安装使用说明书，没有国家和行业的安装规范，故本规范中将各类型喷灌机的安装使用规定写入，待将来再根据需要决定是否编制各种喷灌机的安装规范。

10 管道水压试验

10.1 一般规定

10.1.1 本条明确了水压试验在喷灌工程建设程序中的位置。为避免因局部管道水压试验不合格而导致大量返工，还明确规定了面积在 $30hm^2$ 以上的喷灌工程水压试验应分段进行。

10.1.2 在《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 和《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 中，均规定试验用压力表的精度不得低于 1.5 级，在《长期恒定内压下热塑性塑料管材破坏时间的测定方法》GB 6111 中规定压力表的精度不得低于1%，即 1.0 级，由于喷灌工程中使用的管材不仅有金属的、钢筋混凝土的，而且有塑料的，故规定压力表的精度不得低于 1.0 级。为了减小压力表读数时的人为误差，又规定了压力表的量程宜为管道试验压力的 1.3～1.5 倍，即管道的试验压力值宜为压力表盘满刻度值的 2/3～3/4。

10.2 耐水压试验

10.2.2 试验管道充水时，水流速度不能太快，应使进人管道的水量与管道的排气量相匹配，以保证管道内的气体排放干净。否则滞留在管道内的气体在水压试验时易形成气囊，影响试验效果；严重时，因滞留气体的压缩，还可将管道胀裂，造成不该发生的事故。

10.2.3 从国家现行标准《喷灌与微灌工程技术管理规程》SL 236 可知，地埋塑料管的折旧年限为 20 年；从国家标准《给水用高密度聚乙烯（HDPE）管材》GB/T 13663—92、《给水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管材》GB/T 10002.1—1996 和行业标准《给水用聚丙烯（PP）管材》QB 1929、《给水用低密度聚乙烯（LDPE、LLDPE）管

材》QB 1930 中可知，塑料管材的最大连续工作压力会随着管道所处环境温度的升高和使用寿命的延长而降低；又根据不同深度(50～100cm)土壤温度月变化、日变化的基本规律，从安全角度出发，取地埋塑料管道的土壤温度为小于等于 35℃。地埋塑料管道的压力下降系数可按表 2 选取。

表 2　最大连续工作压力下降系数

管材种类	使用寿命(a)	使用温度(℃)	下降系数
PVC-U	20	≤35	0.80
PP	20	≤35	0.82 *
HDPE	20	≤35	0.70
LDPE、LLDPE	20	≤35	0.48

注：1　表中下降系数值分别取自上述相应规范；
　　2　带 * 数字是通过内插得到的。

另外，考虑到管道实际工作时可能出现的压力脉动，再增加一个安全系数 1.2，则地埋塑料管道水压试验的试验压力应按下式确定：

$$\text{管道试验压力} \geq \frac{\text{管道设计工作压力}}{\text{下降系数}} \times 1.2 \tag{6}$$

经换算，地埋塑料管道水压试验的试验压力可按表 3 选取。

表 3　地埋塑料管道水压试验的试验压力

管材种类	管道设计工作压力	试验压力
PVC-U	P	$1.5P$
PP	P	$1.5P$
HDPE	P	$1.7P$
LDPE、LLDPE	P	$2.5P$

又根据《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 和《工业金属管道工程施工及验收规范》GB 50235 的规定，金属管道和水泥制品管道水压试验时的试验压力均不得低于 $1.5P$。所以，综合上述各项要求，本条中规定了高密度聚乙烯塑料管道(HDPE)

试验压力不应低于 1.7P,低密度聚乙烯塑料管道(LDPE、LLDPE)试验压力不应低于 2.5P,其余管材的管道试验压力不应低于 1.5P。

10.2.4 金属管道和水泥制品管道是刚性材料,不发生破损就不会发生变形。而塑料管材的管道受内压后,有时会发生轻微变形而并不会发生破损,故在管道耐水压试验保压期间,只要管道无泄漏、无破损即可认为合格。

10.3 渗水量试验

10.3.2 管道密封时其内压力下降 0.1MPa 的原因,是因管道严密性不好引起管道内部分水量外渗造成的。所谓渗水是指在管道外表面潮湿形成的水膜,但不会形成下落的水滴。由于施工现场无法进行管道渗水量 W_1 的测量,只能借助于测量管道全部开启放水使管内压力下降 0.1MPa 时放出的水量 W_2 来代替。从理论上讲,如果管道密封承压时渗水,则管道全部开启放水的同时也会有渗水量 ΔW 存在,即有 $W_1=W_2+\Delta W$。但实际上管道全部开启放出水量 W_2 的时间很短,且渗水的力度也应比管道封闭时要小,所以,可以认为 ΔW 是一个高阶微量,若忽略不计是不会影响试验精度的。

下面以渗水系数最大的钢筋混凝土管道在喷灌工程中常用管径下的算例来说明之:

1 有压管道管径与流量间的经验公式为:

$$Q=5d^2 \tag{7}$$

式中 Q——有压管道的估算流量(m^3/h);

d——管道内径(in)。

2 1000m 长的钢筋混凝土管道 10min 内允许渗水量的计算公式为:

$$[W]=10\times0.14\sqrt{d} \tag{8}$$

式中 $[W]$——1000m 长管道 10min 内的允许渗水量(L);

d——管道内径(mm)。

3 计算1000m长管道在全部开启放出[W]水量时所用的时间t:

$$t=0.06[W]/Q \tag{9}$$

式中 t——放出水量[W]时所用的时间(min)。

计算结果见表4。

表4 管道流量、渗水量计算结果

管道内径 d		管道流量 Q		1000m长管道10min内允许渗水量[W]	管道全开放出[W]水量所用时间 t	
mm	in	m^3/h	L/min	L	min	s
100	4	80	1333.3	14.00	0.0105	0.63
125	5	125	2083.3	15.65	0.0075	0.45
150	6	180	3000.0	17.15	0.0057	0.34
200	8	320	5333.3	19.80	0.0037	0.22
250	10	500	8333.3	22.14	0.0027	0.16
300	12	720	12000.0	24.25	0.0020	0.12
350	14	980	16333.3	26.19	0.0016	0.10
400	16	1280	21333.3	28.00	0.0013	0.08
450	18	1620	27000.0	29.70	0.0011	0.07
500	20	2000	33333.3	31.30	0.0009	0.05

从上述算例中可知,渗水系数最大的1000m长钢筋混凝土管在喷灌工程中常用的管径下,管道全部开启放出水量W_2($W_2=[W]$)所用的时间$t\leqslant0.63$s,显然该管道同时存在($t\leqslant0.63$s内)的渗水量ΔW必定是一个高阶微量。因此,可以认为管道密封时其内压力由试验压力始下降0.1MPa止所经过的时间T内,外渗的水量W_1与将该管道全部开启由试验压力起下降0.1MPa时止放出的水量W_2是相等的。所以计算实际渗水量的公式应如规范中公式(10.3.2)所示。

10.3.3 对于钢管和铸铁管、球墨铸铁管，当其管道内径分别小于等于 250mm 和 150mm 时，直接用规范中公式(10.3.3)计算出的管道允许渗水量值与《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的第 10.2.13 条 1 款规定值相比，误差较大(见表 5)。因此，将上述管材相应内径时的允许渗水量按照《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的第 10.2.13 条 1 款规定，分档列于正文的表 10.3.3 中。其余管径时，用规范中公式(10.3.3)计算出的管道允许渗水量值与《给水排水管道工程施工及验收规范》GB 50268 的第 10.2.13 条 1 款规定值相比，误差均在 7%以下，所以在规范中规定，其余管径管道的允许渗水量可用规范中公式(10.3.3)计算。

表 5 允许渗水量值对比表

管道内径(mm)	允许渗水量〔L/(min·km)〕			
	钢管		铸铁管、球墨铸铁管	
	用公式计算值	GB 50268 规定值	用公式计算值	GB 50268 规定值
100	0.50	0.28	1.00	0.70
125	0.56	0.35	1.12	0.90
150	0.61	0.42	1.22	1.05
200	0.71	0.56	—	—
250	0.79	0.70	—	—

11 工程验收

11.1 一般规定

一般规定主要是提出工程验收应提交的文件资料。对于喷灌工程，由于有些工程较小，故又作了些简化规定。

11.2 施工期间验收

11.2.1 本对强调对于隐蔽工程必须在施工期间验收，并填写记录、通过验收报告，目的是为了确保工程的质量。

11.2.2 对于施工期间的工程验收，本条规定了验收的重点是工程各部位的位置、尺寸、高程及基础处理和施工安装质量等方面。

11.3 竣工验收

既包含竣工验收的程序，也强调了竣工验收的重点。